

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 401 682**  
**A1**

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21)

Anmeldenummer: 90110349.9

(51)

Int. Cl.<sup>5</sup>: **F28F 25/08, B01J 19/32**

(22)

Anmeldetag: 31.05.90

(30)

Priorität: 06.06.89 DE 3918483

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
12.12.90 Patentblatt 90/50

(84)

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71)

Anmelder: **Munters Euroform GmbH**  
Süsterfeldstrasse 65**D-5100 Aachen(DE)**

(72)

Erfinder: **Schultz, Martin**  
**Rue Frepert 58**  
**B-4729 Hauset(BE)**

(74)

Vertreter: **Döring, Wolfgang, Dr. Ing.**  
**Mörikestrasse 18**  
**D-4000 Düsseldorf 30(DE)**

(54)

**Füllkörper.**

(57)

Es wird ein Füllkörper (1) für den Wärme- und Stoffaustausch im Gegenstrom, insbesondere für die Wasserkühlung durch Luft in Kühltürmen, beschrieben. Der Füllkörper (1) weist eine Vielzahl von senkrecht oder schräg stehenden, aufeinandergelegten und miteinander verbundenen gewellten oder gefalteten Folien oder Platten (2, 3) auf, die so ausgebildet und/oder aufeinandergelegt und miteinander verbunden sind, daß sich die Wellungen oder Faltungen (4) benachbarter Folien oder Platten kreuzen. Die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten kreuzen sich nur im oberen Teil des Füllkörpers, während sie im unteren Teil parallel zueinander verlaufen.

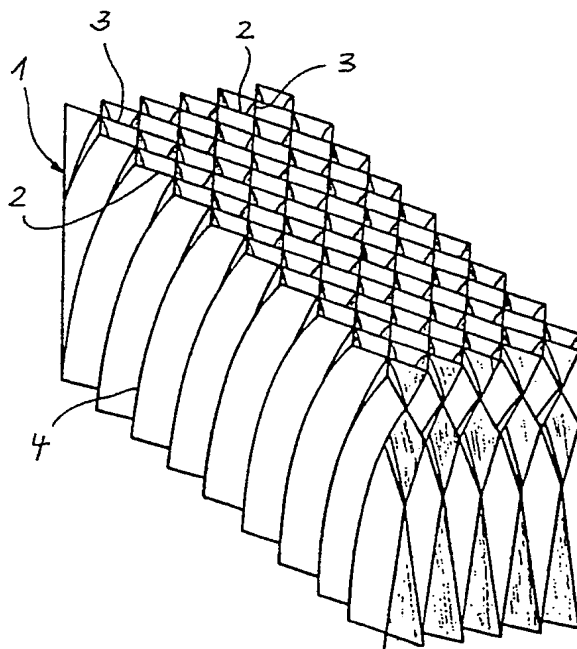


FIG. 1

**EP 0 401 682 A1**

## Füllkörper

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Füllkörper für den Wärme- und Stoffaustausch im Gegenstrom, insbesondere für die Wasserkühlung durch Luft in Kühltürmen, mit einer Vielzahl von senkrecht oder schräg stehenden, aufeinandergelegten und miteinander verbundenen gewellten oder gefalteten Folien oder Platten, die so ausgebildet und/oder aufeinandergelegt und miteinander verbunden sind, daß sich die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten kreuzen.

Ein solcher Füllkörper bzw. Kontaktkörper ist aus der DE-PS 21 13 614 bekannt. Bei dem bekannten Füllkörper kreuzen die Wellungen oder Faltungen einander in benachbarten Schichten unter einem Winkel von  $45^\circ$  oder weniger, vorzugsweise  $25$  bis  $40^\circ$ . Die Schichten stützen sich gegeneinander ab und sind an den Kontaktpunkten mittels eines geeigneten Bindemittels miteinander verleimt. Wasser und Luft strömen im Gegenstrom durch den Füllkörper hindurch. Zwischen den Schichten im Füllkörper werden durchgehende Kanäle mit sowohl waagerechtem als auch lotrechtem Verlauf und stets wechselnder Weite von Null an den Kontaktstellen zwischen den Schichten bis zur doppelten Höhe der Wellungen oder Faltungen erhalten. Die Höhe der Wellungen oder Faltungen kann sich auf  $5$  bis  $25$  mm belaufen und liegt vorzugsweise zwischen  $10$  bis  $15$  bis  $20$  mm, und die Kanalweite wechselt über die ganze Oberfläche der Schichten zwischen Null und der doppelten Höhe der Wellungen oder Faltungen.

Mit einer derartigen kreuzweisen Anordnung der Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten bzw. Schichten wird eine turbulente Strömung des gasförmigen Mediums erreicht, so daß gute Wärmeaustauschraten erzielt werden. Aufgrund der Vielzahl der Knotenpunkte zwischen den Wellungen oder Faltungen benachbarter Schichten ist jedoch die Verschmutzungsanfälligkeit von derartigen Füllkörpern bzw. Kontaktkörpern relativ groß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Füllkörper der angegebenen Art zu schaffen, der bei einer relativ guten Wärmeaustauschraten besonders wenig anfällig gegenüber Verschmutzungen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Füllkörper der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß sich die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten nur im oberen Teil des Füllkörpers kreuzen, während sie im unteren Teil parallel zueinander verlaufen.

Bei dem erfinderischen Konzept wird durch die kreuzweise Anordnung der Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten im oberen

Teil des Füllkörpers ein Effekt erzielt, der etwa mit dem des eingangs beschriebenen Füllkörpers vergleichbar ist. Die kreuzweise Anordnung bewirkt in diesem Bereich eine turbulente Gasströmung, die zu einem innigen Kontakt mit dem flüssigen Medium führt, so daß in diesem Bereich eine hohe Wärmeübertragungsleistung erreicht wird.

Im unteren Teil des Füllkörpers verlaufen die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten bzw. Schichten parallel zueinander. In diesem Bereich werden daher bei Senkrechtstellung der einzelnen Folien oder Platten senkrecht verlaufende Kanäle gebildet, die für eine Beschleunigung der Filmströmung und somit einen besseren Wascheffekt sorgen. In diesem Bereich ist eine im wesentlichen kontinuierliche Berührungsfläche vorhanden, und es treten keine Knotenpunkte von einander kreuzenden Wellungen bzw. Faltungen auf. Hierdurch wird in diesem Bereich die Verschmutzungsanfälligkeit beträchtlich reduziert. Darüber hinaus ist ein relativ geringer Druckverlust vorhanden.

Über die Höhe des Füllkörpers gesehen wird daher insgesamt eine geringere Verschmutzungsanfälligkeit erreicht als beim Stand der Technik, bei dem über die gesamte Fläche des Füllkörpers die Wellungen oder Faltungen benachbarter Schichten einander kreuzen. Die Erfindung geht dabei davon aus, daß die im oberen Bereich des Füllkörpers erreichte hohe Wärmeübertragungsleistung ausreichend ist und den üblicherweise gestellten Anforderungen genügt. Diese Erkenntnis war überraschend, da die Fachwelt bislang der Auffassung war, einen möglichst großen Bereich des Füllkörpers mit kreuzweise angeordneten Wellungen oder Faltungen zu versehen, um auf diese Weise turbulente Gasströmungen über einen möglichst großen Bereich des Füllkörpers zu erzielen.

Erfindungsgemäß können die Wellungen oder Faltungen entweder kontinuierlich oder diskontinuierlich aus dem sich kreuzenden Bereich in den Parallelbereich übergehen. Besonders bevorzugt wird eine Ausführungsform, die einen kontinuierlichen Übergang aufweist, da auf diese Weise strömungstechnisch ein glatterer Übergang erzielt wird und Diskontinuitäten, die ebenfalls wieder zu Verschmutzungen führen können, vermieden werden. Bei einer geradlinigen Ausbildung der Wellungen und Faltungen sowohl im oberen als auch im unteren Bereich kann beispielsweise ein gekrümmter Übergangsbereich vorgesehen sein, um auf diese Weise einen Knick der Wellungen oder Faltungen zu vermeiden.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die

Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten innerhalb der Folien- oder Plattenebene gekrümmt ausgebildet sind, wobei die Krümmungen benachbarter Folien entgegengesetzt zueinander verlaufen. Diese Ausführungsform wirkt sich besonders günstig auf die Strömungsverhältnisse aus, da hierbei keinerlei Diskontinuitäten mehr im Übergangsbereich auftreten, andererseits jedoch die kreuzweise Anordnung der Wellungen oder Faltungen benachbarter Schichten sichergestellt ist. Ein besonders guter Effekt wird erreicht, wenn der Krümmungsradius der Wellungen oder Faltungen zum oberen Rand des Füllkörpers hin kontinuierlich abnimmt. Der Kamm der Wellungen oder Faltungen bildet dabei beispielsweise einen Teil einer logarithmischen Spirale, die sich zum oberen Rand des Füllkörpers hin verengt. Bei dieser Ausführungsform kreuzen sich daher die Wellungen oder Faltungen benachbarter Schichten im oberen Bereich des Füllkörpers unter einem größeren Winkel als in den darunter befindlichen Bereichen. Mit anderen Worten, hierbei wird im obersten Bereich die größte Wärmeübertragungsleistung erreicht, die dann nach unten hin allmählich abnimmt, während andererseits die Geschwindigkeit der Filmströmung nach unten hin ansteigt.

Zweckmäßigerweise entspricht das Maß der Krümmung der Wellungen oder Faltungen über der Höhe des gekrümmten Abschnitts dem Maß der Teilung der Wellungen oder Faltungen oder einem ganzzahligen Vielfachen davon. Diese Ausführungsform stellt sicher, daß am oberen und unteren Ende des gekrümmten Abschnittes die Wellentäler und Wellenberge benachbarter Schichten genau gegenüberliegen, so daß an diesen Stellen entsprechende Eintritts- bzw. Austrittsquerschnitte gebildet werden, deren Höhe genau der doppelten Höhe der Wellungen oder Faltungen entspricht, d. h. wabenförmige Öffnungen (Honeycomb-Öffnungen).

Die Erfindung schlägt insbesondere vor, daß die Krümmung der Wellungen oder Faltungen im wesentlichen am unteren Rand des Füllkörpers beginnt. Hierbei gelangen die Wellungen oder Faltungen benachbarter Schichten am unteren Rand zur Deckung und laufen von dort aus nach oben mit entgegengesetzter Krümmung auseinander. Am unteren Rand verläuft daher die Tangente an den gekrümmten Kamm einer Wellung bzw. Faltung senkrecht zum unteren bzw. oberen Rand des Füllkörpers.

Zweckmäßigerweise sind zwischen benachbarten Wellungen oder Faltungen einer Folie bzw. Platte ebene Abschnitte angeordnet. Bei dieser Ausführungsform werden somit flächige Knotenpunkte zwischen den Wellentälern benachbarter Folien oder Platten gebildet, so daß sich eine gute Auflage der Folien oder Platten aneinander ergibt.

Die Wellungen oder Faltungen der Folien oder

Platten können verschiedenartige Strukturierungen aufweisen. Besonders bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der die Wellungen oder Faltungen gerippt sind, wobei die Rippen senkrecht zu den einzelnen Kämmen bzw. Tälern verlaufen. Diese Ausführungsform fördert einen besonders innigen Kontakt zwischen dem flüssigen und gasförmigen Medium.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine räumliche Darstellung eines Füllkörpers;

Figur 2 eine Seitenansicht des Füllkörpers der Figur 1; und

Figur 3 eine Draufsicht auf den Füllkörper der Figuren 1 und 2.

Der in den Figuren dargestellte Füllkörper 1 besteht aus einer Vielzahl von Folien 2, 3 aus einem geeigneten Kunststoff, die an ihren Kontaktpunkten aneinander befestigt sind, beispielsweise mit Hilfe eines geeigneten Bindemittels, so daß sich ein einheitliches wabenförmiges Gebilde ergibt. Jede Folie ist zieharmonikaähnlich ausgebildet und besitzt eine Vielzahl von Faltungen 4. Jede Faltung 4 wird durch zwei aneinanderstoßende Schrägflächen gebildet, die mit einer geeigneten Oberflächenstrukturierung (nicht gezeigt) versehen sein können. Die Faltungen sind gekrümmt ausgebildet, wobei die Faltungen benachbarter Folien jeweils eine entgegengesetzte Krümmung aufweisen. So besitzen die Faltungen der in der Figur vordersten Folie 2 eine Rechtskrümmung, während die Faltungen der benachbarten Folie 3 eine Linkskrümmung aufweisen. Die jeweilige Krümmung über die Höhe des Füllkörpers gesehen entspricht dem doppelten Maß der Teilung der entsprechenden Faltungen der Folie, so daß sowohl am oberen als auch am unteren Ende des Füllkörpers wabenförmige Öffnungen gebildet werden, die den Eintritt des flüssigen bzw. gasförmigen Mediums begünstigen. Die Faltungen benachbarter Folien weisen jeweils eine einander entgegengesetzte Krümmung auf, so daß sich insgesamt ein Paket von einander kreuzenden Strömungskanälen im oberen Bereich des Füllkörpers ergibt, wobei diese Kanäle zum unteren Ende des Füllkörpers hin in eine parallele Lage übergehen. Sie verlaufen dann senkrecht zur Unterseite des Füllkörpers.

Figur 2 zeigt deutlich die entgegengesetzten Krümmungen der Faltungen 4 benachbarter Folien 2 und 3. Während die obere Folie 2 die erwähnte Rechtskrümmung aufweist, besitzt die darunterliegende Folie 3 eine Linkskrümmung. Am oberen Ende des Füllkörpers entspricht das Krümmungsmaß  $S$  über die gesamte Höhe  $H$  des Füllkörpers dem doppelten Maß der Teilung  $T$  (Abstand zwischen benachbarten Faltungen).

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel nimmt der Krümmungsradius der Faltungen 4 zum oberen Rand des Füllkörpers hin kontinuierlich ab. So bilden die Kammlinien der Faltungen jeweils einen Teil einer logarithmischen Spirale. Am unteren Rand des Füllkörpers erstreckt sich die Tangente an eine Kammlinie senkrecht zum Rand des Füllkörpers.

Figur 3 zeigt eine Vorderansicht des Füllkörpers, wobei deutlich die wabenförmigen Öffnungen am vorderen Ende des Füllkörpers zu erkennen sind, die durch die Faltungen benachbarter Folien 2, 3 gebildet werden.

Die Herstellung des Füllkörpers kann so erfolgen, daß identisch ausgebildete Folien erzeugt und die Folien zu einem Stapel übereinandergelegt werden, wobei jede zweite Folie umgedreht wird, so daß sich die entgegengesetzt gerichteten Krümmungen der Faltungen benachbarter Folien ergeben.

#### Ansprüche

1. Füllkörper für den Wärme- und Stoffaustausch im Gegenstrom, insbesondere für die Wasserkühlung durch Luft in Kühltürmen, mit einer Vielzahl von senkrecht oder schräg stehenden, aufeinandergelegten und miteinander verbundenen gewellten oder gefalteten Folien oder Platten, die so ausgebildet und/oder aufeinandergelegt und miteinander verbunden sind, daß sich die Wellungen oder Faltungen benachbarter Folien oder Platten kreuzen, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Wellungen oder Faltungen (4) benachbarter Folien (2, 3) oder Platten nur im oberen Teil des Füllkörpers (1) kreuzen, während sie im unteren Teil parallel zueinander verlaufen.

2. Füllkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellungen oder Faltungen (4) kontinuierlich aus dem sich kreuzenden Bereich in den Parallelbereich übergehen.

3. Füllkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellungen oder Faltungen (4) benachbarter Folien (2, 3) oder Platten innerhalb der Folien- oder Plattenebene gekrümmt ausgebildet sind, wobei die Krümmungen benachbarter Folien (2, 3) entgegengesetzt zueinander verlaufen.

4. Füllkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius der Wellungen oder Faltungen (4) zum oberen Rand des Füllkörpers (1) hin kontinuierlich abnimmt.

5. Füllkörper nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Maß (S) der Krümmung der Wellungen oder Faltungen (4) über der Höhe (H) des gekrümmten Abschnitts dem Maß der Teilung (T) der Wellungen oder Faltungen (4) oder

einem ganzzahligen Vielfachen davon entspricht.

6. Füllkörper nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmung der Wellungen oder Faltungen (4) im wesentlichen am unteren Rand des Füllkörpers (1) beginnt.

7. Füllkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Wellungen oder Faltungen einer Folie bzw. Platte ebene Abschnitte angeordnet sind.

8. Füllkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellungen oder Faltungen gerippt sind.

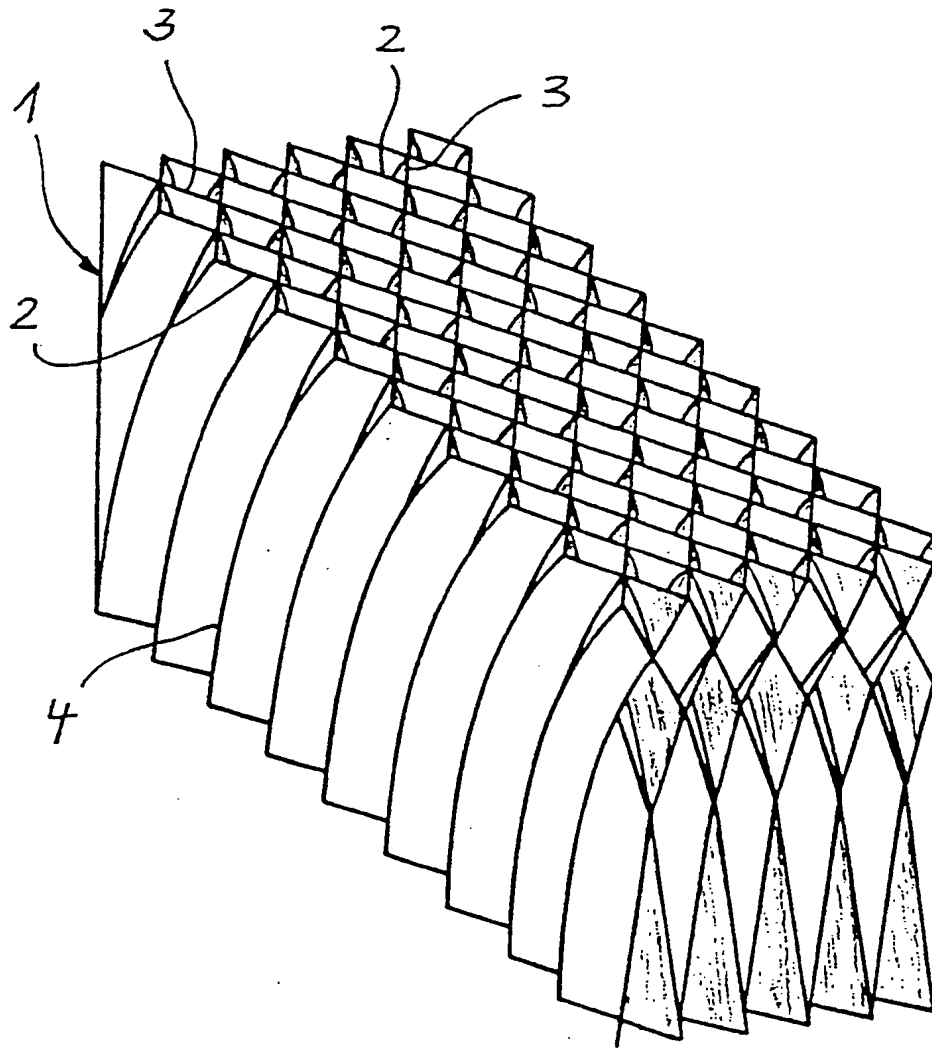


FIG. 1

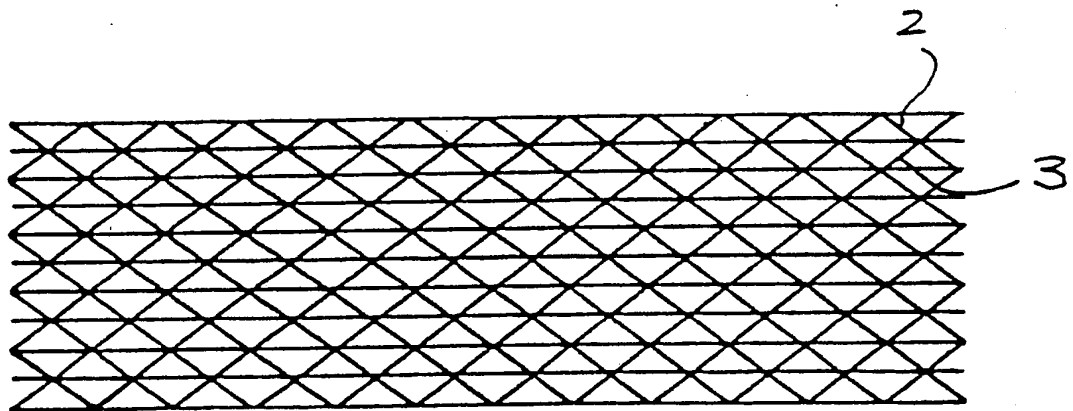
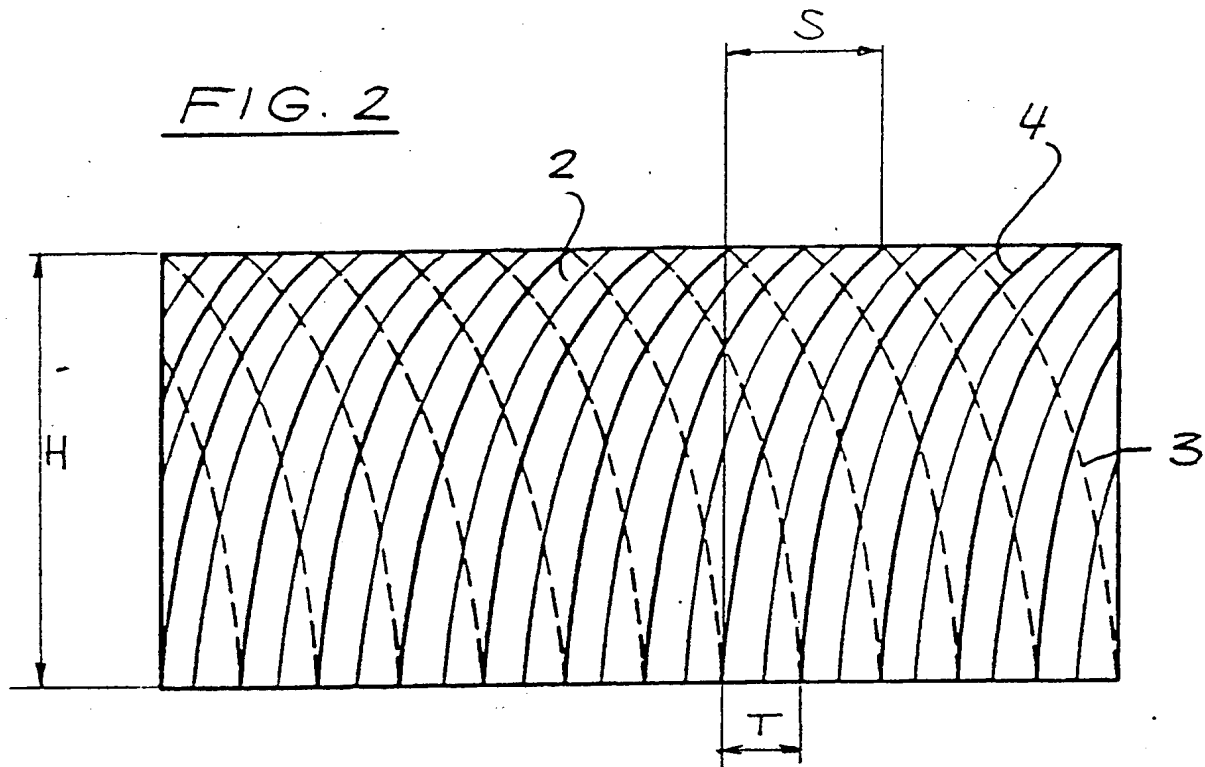


FIG. 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 0349

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	DE-A-2 921 270 (JULIUS MONTZ GmbH) * Seite 2, Zeilen 1-7; Seite 3, Zeile 21 - Seite 4, Zeile 1; Figur 3 *	1-4,6	F 28 F 25/08 B 01 J 19/32
Y	---	7,8	
A	---	5	
Y	EP-A-0 036 944 (CALR MUTERS-EUROFORM GmbH & CO., KG) * Zusammenfassung; Figur 2 *	7	
Y	FR-A-1 428 875 (MUTERS) * Seite 4, linke Spalte, Zeile 56 - rechte Spalte, Zeile 19; Figur 6 *	8	
A	FR-E- 85 386 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LTD) * Seite 2, rechte Spalte, Zeile 54 - Seite 3, linke Spalte, Zeile 33; Figuren 4,5 *	1	
A	DE-B-1 281 457 (MUTERS) * Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 6; Figur 2 *	1,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	DE-U-8 904 345 (STRENG) * Seite 3, Zeilen 5-41; Figur 4 *	1,3	F 28 F B 01 J
A	EP-A-0 177 474 (AB MUTERS) * Seite 4, Zeilen 20-30; Figur 4 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheort	Abschließdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	30-08-1990	BELTZUNG F.C.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			